

総論：今後の発展を期待して

豊田工業大学

生嶋 明

Akira Ikushima

Toyota Technological Institute

このたびニューガラスが特集記事「光るガラス」を企画するにあたって、その序文を私にご依頼下さったことは、すでに現役をほとんど引いてこのところ大学運営にほぼ専念している身にとっては、まさに身にあまる光栄でありまたいささか荷の重いお役目でもある。ここでは、この分野が今後ますます発展することを期待して、幾つかの考えを述べることにしたい。

ガラスが空間的に固定された非流動液体としてさまざまな優れた特性を持つことは、ここで改めて申すまでもない。溶解度の上限はいろいろではあるが、一般に結晶が自身以外の物質を固溶するのに比べて、溶媒としての自由度および溶質選択の自由度の豊かさは比較にならないほど大きい。また、ガラスがさまざまに形を変えられる物質であることもいまさら言うまでもない。そこで、「光るガラス」を考える際も、その他のすべてのガラス研究と同じ2つの要素が考慮の対象となろう。その一つは何をどのようなガラスを母体として溶け込ませるかという組み合わせの問題で、他の一つは形から来る特

異性あるいは新規性である。

ガラス、結晶いずれを母体とする発光物質でも、これまでもっぱら電子の不完全殻を持つ鉄族および希土類遷移元素の原子が発光中心として用いられてきた。とくにf殻をもつ希土類元素の幾つかは、これも良くご承知のとおり、光通信波長域における発光材料・光増幅媒体として中心的役割を果たしており、そのためかどうか、このところd殻をもつ鉄族元素への注目がやや薄れているようにも思われる。d殻はf殻に比べて原子軌道が外側にあって周囲の影響を受け易く、したがってとくにガラスのような乱れた系では電子準位の幅が広がって、シャープな発光が得られない。このことが場合によっては欠点となってしまう。しかし昨今のように光通信で用いる波長が混み合ってきて使用波長域を拡げることが必須になれば、この特性を活かした広帯域の発光・増幅特性を求めることは一つの王道のように思われる。豊田工業大学では昨年度から「超オクターヴ光波制御プロジェクト」を走らせており、すでに上記の考えに基づく幾つかの成果が挙がっていることを申し添えたい。その内容の一部は大石氏が本特集に寄せる解説で示されることと思う。また、この特集で、京都大学の方々が、最外殻の電子をすべて失ったイオンを発光中心とする物質の研究を

〒468-8511 名古屋市天白区久方 2-12-1

TEL 052-802-1111 (代表)

FAX 052-809-1721 (代表)

E-mail: Aj-ikushima@toyota-ti.ac.jp

報告なさると伺っており、その発想の新規さは高く評価すべきものと思われる。

これらの例にもあるように、発光中心についていつも新たな目で新たな候補を求めることが、次の局面を開く上で是非必要である。この意味でガラスと高分子物質あるいはガラスと発光中心を含む微結晶との組み合わせが興味深い。ガラス／高分子のハイブリッドについてはすでにさまざまな目標を持つ研究が進められているが、光るガラスの開発でもまだまだ多くの可能性が秘められていると考えたい。サンプル作成およびいろいろな意味での耐久性向上にはそれぞれ困難が伴うことと思うが、高分子のもつ多様性がたくみに活かされることに大いに期待したいものである。

この関連でもう一つ、バイオ絡みのことに触れておきたい。専門家でない者の一人として仄聞するばかりだが、ある種の細胞が反応を起こすときに顕著な発光現象の起こることが知られているようである。生きた細胞をガラスに閉じ込めることは出来ないとしても、その発光のからくりを物質の形で抽出することが出来れば、おそらくは高効率の発光機構の一つとして考慮の対象になることだろう。いや、このようなことを言う前に、たとえば蛍の発光機構を適切な物質での一つの過程として抽出できれば、と考えるのはいかにも荒唐無稽だろうか。ガラスが母体として包容力のある物質であるだけに、広く発光機構とその物質を求めることはあながち無駄ではないと考えている。

もう一つの大切な要素は“次元”であろう。バルクなガラスの有用性は人間が長年に亘って追求してきて、これからもその勢いが衰えるとは考えられない。それに加えて、2次元、1次元、あるいは0次元系のガラスを作ったら新しい機能を持つガラスが生まれるか、ということが興味深い。言うまでもなく、光の波長を物指とすれば、すでにガラス薄膜（2次元）に導波路を作成してそれにさまざまな機能を付加する

研究と開発が盛んに行われている（ただしガラス薄膜の構造を含めた基本的な理解が行き届くのはこれからであろう）。またいわば1次元系として光ファイバがあることは言うまでもない。私がここで触れたいのは、発光という切り口で考えて、つまりそこに関わる電子の波長を物指としてこのような“異次元系”がどのような性質を示すかを系統的に見通す必要があるということである。この特集で、産業技術総合研究所の村瀬氏がガラスに分散した半導体ナノ粒子について優れたご報告をなさると伺っており、とくに微小ガラスビーズの発光特性が私には興味深い。サイズがある方向で制限されるために発光中心が量子効果によってバルクと違った特性を持つことがまず期待できるが、そうして得られた光がサイズのある方向で制限されたガラスに閉じ込められたらどうなるか。ここに新機能を引き出す要素が含まれていると、私はそう考えている。たとえば、微小球（今流行りの言葉で言えばナノ球）に希土類原子がごく少数個（たとえば1個）含まれているような系は外からの光励起にどのように応答するのか、という問題をここで投げかけさせて頂くこととしたい。

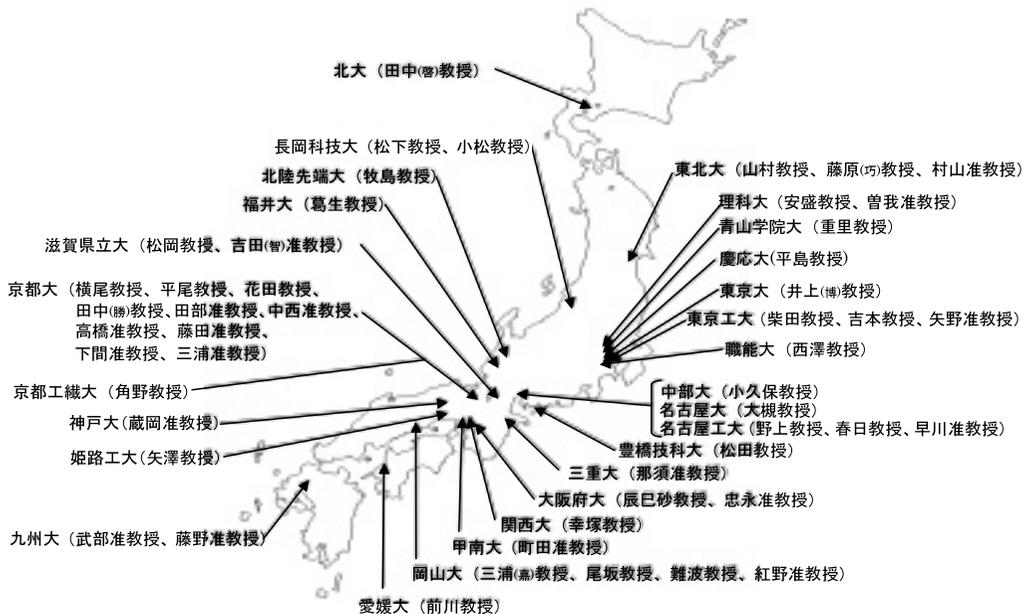
最後に、余分なことをもう一つ。私はかなり前から「フォノン・カウンティング」の可能性が気に懸かっている。これも良くご存知のように、高感度の光電子増倍管を用いたフォトン・カウンティング法は測定技術として確立しており、きわめて優れた感度で、フォトン数から光強度を、フォトンの時間相関から光散乱媒質における緩和を知ることが出来る。これに対して、知る限りでは同じボース粒子であるフォノンをカウントすることはまだ出来ていない。我々が通常発生できるフォノンは、量子としてのエネルギーがフォトンよりはるかに小さい。しかしこのことが決定的な因子であるとは考えられず、結局はフォノンを検出するデバイスが隘路になっていると云うことが出来よう。願わ

くは、1個のフォノンが入射したときにそれが出射光に変わるような機構をもつ、そのような発光物質が無いものだろうか？上述の量子的系のことと関連してこのことを最後に申し上げ、本誌の立派な特集「光るガラス」に対するつた

ない序文を終らせていただくことにしたい。

今後のニューガラス研究およびニューガラスフォーラムの益々のご発展を心から祈っております。

日本の大学のガラス研究者地図



(教授及び准教授を掲載：ニューガラスフォーラム作成)